



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA AUSCULTACIÓN,
DIAGNÓSTICO ECOGRÁFICO Y NECROPSIA EN LA PATOLOGÍA
PULMONAR OVINA

COMPARATIVE STUDY BETWEEN AUSCULTATION, ECHOGRAPHY
DIAGNOSTIC AND NECROPSY IN THE SHEEP LUNG PATOLOGY

Autor/es

AINHOA GIL MORO

Director/es

LUIS MIGUEL FERRER MAYAYO
ENRIQUE CASTELLS PÉREZ

Facultad de Veterinaria

2018

ÍNDICE

1. RESUMEN	2
ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1 Importancia de la patología respiratoria ovina	4
2.2 Revisión bibliográfica	5
2.2.1 Tipos de patologías de las vías respiratorias bajas	5
2.2.2 Métodos de diagnóstico <i>in vivo</i> de las patologías pulmonares	9
2.2.3 La necropsia como método de diagnóstico <i>post mortem</i>	12
2.2.4 Valoración comparativa entre la auscultación y la ecografía	12
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	13
4. MATERIAL Y MÉTODOS	13
4.1 Revisión bibliográfica	13
4.2 Diagnóstico clínico	13
4.3 Diagnóstico ecográfico	15
4.4 Diagnóstico anatomopatológico	17
4.5 Estudio estadístico	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1 Estudio de frecuencias	19
5.1.1 Diagnóstico clínico	19
5.1.2 Diagnóstico ecográfico	20
5.1.3 Diagnóstico anatomopatológico	21
5.2 Análisis estadístico	22
5.2.1 Auscultación-hallazgos ecográficos	22
5.2.2 Auscultación-hallazgos necropsias	22
5.2.3 Ecografía-hallazgos necropsias	24
5.3 Sensibilidad y especificidad	26
6. CONCLUSIONES	28
CONCLUSIONS	28
7. VALORACIÓN PERSONAL	29
8. BIBLIOGRAFÍA	29

1. RESUMEN

Estudio comparativo entre la auscultación, diagnóstico ecográfico y necropsia en la patología pulmonar ovina

La patología respiratoria ovina es una de las principales causas de pérdidas económicas dentro del sector. Asimismo, su carácter multifactorial, genera un amplio abanico de manifestaciones clínicas que complican el acercamiento al diagnóstico lesional y etiológico. Por todo ello, el presente trabajo de fin de grado trata de encontrar un método de diagnóstico *in vivo* que pueda usarse para mejorar el diagnóstico de estos procesos durante el trabajo de granja.

Los animales utilizados para el estudio fueron aquellos que mostraban clínica compatible con alguna patología de vías bajas de los animales recibidos por el Servicio Clínico de Rumiantes del Hospital Clínico de Zaragoza (SCRUM). A todos los animales recibidos en el servicio se les realiza una exploración clínica general exhaustiva, y para el presente estudio una exploración pormenorizada del aparato respiratorio mediante el uso del fonendoscopio. Posteriormente, los animales seleccionados para el estudio, eran sometidos a un diagnóstico ecográfico, dividiendo cada pulmón en cuatro cuadrantes para obtener así 8 imágenes de cada animal. Finalmente, tras el sacrificio humanitario, se realizaba un estudio anatomopatológico.

Con estos datos se analiza la correlación que puede tener tanto la auscultación como la ecografía teniendo como base la necropsia. Los resultados muestran una correlación positiva entre la auscultación y la ecografía y entre la ecografía y la necropsia, no encontrando esta correlación positiva entre la auscultación y la necropsia.

ABSTRACT

Comparative study between auscultation, echography diagnostic and necropsy in the sheep lung pathology

The sheep respiratory pathology is one of the major causes of financial loss within the sector. Moreover, its multifactorial nature generates a wide range of clinical manifestations that complicate the approach to the lesional and etiological diagnosis. Therefore, this final degree project tries to find an *in vivo* diagnostic method that can be used to improve the diagnosis of these processes during the farm work.

Animals used for the study were those who had clinical signs compatible with low respiratory tract pathology of those received from the Ruminants Clinical Service of the Hospital Clinic of the University of Zaragoza (SCRUM). An exhaustive clinical examination is conducted in all the animals received at the service and for the current study with the use of the stethoscope, a detailed examination of the respiratory system was carried out. Subsequently, the animals chosen for the project were subjected to a sonography diagnosis dividing each lung into four quadrants in order to obtain 8 images of each animal. Finally, after animals had been euthanized, a full histopathological study was carried out.

Taking necropsy as a starting point, the correlation than auscultation and echography can have is analysed with this information. The results show a positive correlation between auscultation and echography and between echography and necropsy. However, this positive correlation between auscultation and necropsy is not found.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Importancia de la patología respiratoria ovina:

La especie ovina puede presentar una amplia variedad de patologías que afectan a su estado sanitario y por lo tanto repercuten en la producción. Asimismo, hay que remarcar que los procesos respiratorios son comunes y relevantes para el ganado ovino a nivel mundial (González, 2015; McRae, 2016).

La patología respiratoria ovina es una de las principales causas de pérdidas económicas dentro del sector ya que provoca pérdidas relacionadas directamente con la enfermedad, como la muerte del animal, el desvieje prematuro (Lacasta et al., 2016), el uso de medicamentos, los decomisos en los mataderos (Jones et al., 1982; Moreno, 1994; Cano et al., 1995; Goodwin et al., 2004) y otras indirectas como el descenso de la producción, retrasos de crecimiento e incremento del índice de transformación.

La patología respiratoria, históricamente, ha sido más estudiada en corderos, ya que generalmente es el producto que más se comercializa, pero no debemos olvidar que en los animales adultos es una de las patologías más frecuentes (Lacasta et al., 2008; Mearns, 2009), y que, una buena salud de las madres, es fundamental para obtener unos corderos de calidad.

Por otro lado, la patología respiratoria está marcada por su carácter multifactorial, interviniendo el hospedador, el estado inmunológico, múltiples agentes patógenos (parásitos como *Dictyocaulus filaria* y pequeños estróngilos pulmonares, bacterias como *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica*, *Bibersteinia trehalosi*, etc. y virus), factores ambientales (temperatura, humedad, velocidad y dirección del aire, etc.) y de manejo (procedencia, densidad de animales, etc.) (Brodgen et al., 1998; González, 2009). Teniendo en cuenta la diversidad de factores y agentes determinantes implicados en las neumonías, se genera un amplio abanico de manifestaciones clínicas que complican el acercamiento al diagnóstico lesional y etiológico (Lacasta et al., 2016).

Además, los métodos de diagnóstico en la granja son limitados, basándose únicamente en la observación clínica del animal y en la auscultación (Saura, 2017). Los dos tienen cierto carácter subjetivo, dependiendo del clínico que las realiza y de la experiencia previa. Por todo ello, no resulta sencillo llegar a un diagnóstico lesional y etiológico con el animal vivo.

Sin embargo, al ser una de las patologías que más afecta a esta especie, una mejora en cuanto al diagnóstico supondría un importante avance, ya que permitiría una mejora en la aplicación

de tratamientos y la rápida retirada de la explotación de los animales portadores crónicos o con tratamientos poco o nada rentables.

Por todo ello, con este trabajo se pretende valorar la eficacia de la ecografía como método de diagnóstico para la patología respiratoria de las vías bajas mediante la comparación con otros métodos ya utilizados.

2.2 Revisión bibliográfica:

En este apartado se va a realizar una pequeña revisión de los aspectos que se han considerado fundamentales a la hora de plantear e interpretar los datos obtenidos en el estudio. Estos temas se desarrollarán en subapartados y comprenderán: tipos de patologías de las vías respiratorias bajas, métodos de diagnóstico *in vivo* y anatomopatológicos y valoración comparativa entre la auscultación y la ecografía.

2.2.1 Tipos de patologías de las vías respiratorias bajas

Como se ha mencionado anteriormente, existe un amplio abanico de manifestaciones clínicas. A continuación se hará un pequeño resumen de las características más importantes de las lesiones o enfermedades más representativas del pulmón en el ganado ovino.

En todas se seguirá un mismo patrón explicativo: etiología, patogenia, síntomas y lesiones. Además, se hará referencia a su importancia mediante un artículo o estudio si se ha realizado.

Enfermedad de Maedi-Visna:

La enfermedad de Maedi-Visna es una neumonía intersticial asociada a un lentivirus. En los pequeños rumiantes el lentivirus puede provocar cuatro formas principales de la enfermedad, según al órgano afectado: pulmonar, mamaria, articular o neurológica (Pinczowski et al., 2017).

Aunque la mayoría de las infecciones son subclínicas, alguno de los animales desarrollan un síndrome progresivo, debilitante, intratable y fatal, que incluye una progresiva disnea que suele ir acompañada de una tos seca (Iowa State University, 2007). Los animales infectados se convierten en portadores crónicos (Pinczowski et al., 2017).

En cuanto a los hallazgos anatomopatológicos, los pulmones afectados por esta enfermedad son pulmones voluminosos, aumentados de tamaño, con forma acampanada y que no se colapsan. En cuanto al color, los pulmones tienen un tono grisáceo con un punteado

característico debido al infiltrado linfocitario. Además, estas lesiones se suelen acompañar de una linfadenitis crónica de los nódulos linfáticos mediastínicos (Pinczowski et al., 2017).

Destacar que es una de las patologías más relevantes en la producción ovina de España, y más concretamente de Aragón, donde, durante los años 2002-2007, se llevó a cabo un estudio serológico cuyos resultados mostraron que en todas las explotaciones estudiadas había animales seropositivos. La prevalencia media ascendía a un 52,8% (Pérez et al., 2010).

Adenocarcinoma pulmonar ovino:

Es un tumor contagioso de los pulmones de las ovejas como resultado de la acción de un virus llamado Jaagsiekte retrovirus. Generalmente, se considera una enfermedad debilitante, progresiva y crónica. El tumor crece reemplazando la estructura normal del pulmón y en consecuencia, afecta a la función pulmonar. Además, las células tumorales pueden secretar grandes volúmenes de líquido, agravando así también la función pulmonar (Scott, 2018a).

En cuanto a los signos clínicos, cuando la enfermedad está avanzada y tras el ejercicio, los animales manifiestan una disnea espiratoria o mixta, con sonidos productivos a la auscultación (Griffths et al., 2010). Además, un síntoma patognomónico de la forma típica del APO es la producción de gran cantidad de líquido filante en el pulmón (no se produce en la forma atípica). Este líquido puede variar de claro, lechoso a rosado, y es drenado por las fosas nasales cuando el animal baja la cabeza. Existe una técnica *in vivo* que puede servir como una primera confirmación de la enfermedad ante la sospecha de la misma. Esta técnica llamada prueba “del descenso cefálico” o “de la carretilla” consiste en levantar el tercio posterior y bajar la cabeza, de tal forma que, en los casos positivos, un líquido espumoso fluye por las fosas nasales. Sin embargo, algunos animales no producen líquido (De las Heras, 2003; Cousens et al., 2009), por lo que un resultado negativo en esta prueba no permitiría descartar esta patología.

Por último, en cuanto a los hallazgos anatomopatológicos, al abrir la cavidad torácica se ven unos pulmones grandes, turgentes y que no colapsan en las zonas afectadas. Al palpar el pulmón habrá zonas consolidadas. Las áreas afectadas adquieren unos tonos grisáceos o violáceos, pero normalmente el contorno liso de la pleura no se ve afectado. Al corte, en el área lesionada, se observa una superficie sólida, gris y granular, a menudo con fluido espumoso (Griffths et al., 2010). Estas masas están generalmente rodeadas de metástasis con pequeños nódulos tumorales (Andrews et al., 2011).

Pseudotuberculosis:

Es una enfermedad contagiosa, causada por la bacteria *Corynebacterium pseudotuberculosis*. La patología se caracteriza por la formación de focos de necrosis caseosa. Estos focos pueden localizarse en los nódulos linfáticos superficiales (forma externa) o en diferentes órganos y nódulos linfáticos internos (forma interna). En el caso del pulmón, estos focos se pueden encontrar tanto en el parénquima como en los nódulos linfáticos mediastínicos.

En cuanto a los signos clínicos pulmonares, aparte de la pérdida de peso, se puede observar tos, secreción nasal, fiebre y taquipnea con aumento de los sonidos pulmonares.

En cuanto a los hallazgos anatomopatológicos, se pueden ver distintos focos, variando la consistencia del material de pastosa a caseosa, siendo lo más característico de la enfermedad los “aros de cebolla” que forma el *caseum* durante su desarrollo (Washburn, 2018).

Complejo respiratorio ovino:

Por otro lado, en cuanto a las neumonías catarrales o purulentas, se va a hacer hincapié sobre todo en las causadas por *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Mycoplasma ovipneumoniae* y *Bibersteina threalosi*, es decir, bacterias que forman el complejo respiratorio ovino (CRO). Aunque es más común en corderos, también se ve frecuentemente y se ha descrito en adultos (González et al., 2016; Lacasta et al., 2016). Es muy importante recordar que es una patología multifactorial, por lo que no solo las bacterias mencionadas tienen importancia, sino que es el resultado de una interacción entre los agentes, el sistema inmune del hospedador y el medio ambiente (Lacasta et al., 2008; Frías, 2017). Las bacterias *P. multocida* y *M. haemolytica* son comensales del tracto respiratorio superior que, en situaciones predisponentes, proliferan colonizando el pulmón y causando la enfermedad.

Se pueden encontrar tres formas de esta enfermedad: la sobreaguda o septicémica, la aguda y la crónica, por lo que los hallazgos clínicos variarán según la forma de presentación de la enfermedad. La forma sobreaguda o septicémica, como su nombre bien indica, se caracteriza por producir muertes repentinas (Donachie, 2000), que pueden ir acompañadas o no con síntomas generales como anorexia, pirexia o depresión. En la forma aguda, además de los anteriores, anorexia y pirexia, se puede apreciar el grado de disnea en el animal (Lacasta et al., 2016). Por último, en la forma crónica, se observarán distintos signos clínicos dependiendo del grado de afección, como es una disnea productiva, y se puede apreciar: tos, secreción nasal, etc., acompañados con un mal aspecto del animal, ya que al final, en caso de los corderos, son animales que no se desarrollan con normalidad (Frías, 2017).

En cuanto a las lesiones anatomopatológicas, también varían con la forma de presentación de la enfermedad. Se pueden observar, en los casos de neumonía sobreaguda, hemorragias y petequias generalizadas que se concentran en la cabeza, tonsilas y cuello (Donachie, 2000). En cuanto a las formas agudas y crónicas, pueden variar desde neumonías fibrinonecroticas a catarrales-purulentas, viéndose en la forma crónica áreas de consolidación en los lóbulos craneales principalmente (Lacasta, 2016).

Neumonía gangrenosa:

La neumonía gangrenosa es una neumonía especial, resultado de una complicación bacteriana. La gangrena pulmonar es la etapa final de un proceso de desvitalización del parénquima pulmonar (Curry et al., 1998).

Esta enfermedad puede ser causada por una inadecuada administración de tratamientos vía oral, con desviación del líquido por la tráquea. En los corderos amamantados con leche artificial o alimentados mediante sonda es muy común encontrarse con esta patología (Scott, 2018b). En los animales adultos, sin embargo, es más común ver neumonías gangrenosas producidas por desviación durante la deglución de algún cuerpo extraño, especialmente alimenticio, o por la diseminación sanguínea por un proceso septicémico (Biescas et al., 2009).

En cuanto a los síntomas clínicos, estos animales se caracterizan por tener pirexia, mostrarse apáticos, separados del rebaño, con un aumento de la frecuencia respiratoria, etc. Esto puede ir acompañado de secreción nasal (Scott, 2018b), mal olor del aire espirado (Lacasta et al., 2016), junto con una disnea mixta o espiratoria y tos productiva.

Por otro lado, los hallazgos anatomopatológicos de esta neumonía se caracterizan por una inflamación pulmonar con consolidación, necrosis periférica y una o múltiples cavidades de diferentes tamaños (Krishnadasan et al., 2000).

Neumonía verminosa:

En cuanto a las neumonías causadas por vermes, los más comunes en esta especie son *Dictyocaulus filaria*, *Muellerius capillaris* y *Protostrongylus rufescens*. Respecto al ciclo de estos parásitos, *Dictyocaulus* spp. tiene un ciclo de vida directo, mientras que *Protostrongylus* spp. y *Muellerius* spp. tienen ciclos de vida indirectos, por lo que necesitan hospedadores intermediarios como caracoles o babosas (Scott, 2018c).

Los hallazgos clínicos, en este caso, variarán según el grado de parasitación del animal, que irán desde signos poco importantes o inaparentes a descarga nasal, disnea y pérdida de

condición corporal (Pugh, 2002; Sánchez et al., 2003).

En cuanto a los hallazgos anatomopatológicos, a diferencia de las neumonías bacterianas y víricas en las que los lóbulos afectados son los cráneo-ventrales, las neumonías verminosas afectan a la zona dorsal y diafragmática. Las formas adultas de *Dictyocaulus filaria* y *Protostrongylus rufescens* se localizan en los bronquios, aunque raramente causan signos clínicos manifiestos. Por otro lado, *Muellerius capillaris* vive tanto en los alveolos como en el tejido del parénquima pulmonar, considerándose el menos patógeno de los tres (Scott, 2018c). Las lesiones son firmes granulomas parasitarios (Ferrer et al., 2002; Sánchez et al., 2003).

Otras neumonías:

Se pueden encontrar descritas otras neumonías causadas por virus, como parainfluenza tipo 3, adenovirus y virus sincitial respiratorio (Scott, 2018c), pero no se va a profundizar en ello.

2.2.2 Métodos de diagnóstico *in vivo* de las patologías pulmonares

Hay múltiples técnicas diagnósticas *in vivo* para detectar alguna posible alteración en el aparato respiratorio, y se van a explicar brevemente las más comunes e importantes en la clínica veterinaria.

Auscultación:

La auscultación mediante el uso de un fonendoscopio es una técnica no invasiva básica en la profesión veterinaria, considerándose una herramienta fundamental en la clínica de grandes animales. Esta técnica sirve para detectar disnea y ruidos respiratorios asociados a una posible patología pulmonar. Pero éste es un método que puede mostrar cierta variabilidad en función del momento del día, realización de esfuerzos previos, estrés, etc. (Valero, 2018).

Además, según Scott (Scott et al., 2010), no se ha investigado profundamente como la auscultación puede detectar y localizar exactamente las patologías pulmonares.

Radiografía:

La radiología estudia la estructura anatómica, fisiológica y patológica de los tejidos mediante imágenes obtenidas con un aparato que envía un haz de rayos X a la región a analizar, en este caso al tórax, incidiendo los rayos sobre una película sensible produciendo así una imagen estática (Ruíz de Arcaute et al., 2013).

Esta técnica es usada de forma cotidiana en clínicas de pequeños animales. Sin embargo, para

usarla en la especie ovina a nivel de granja, su uso se ve limitado por la dificultad de las condiciones de trabajo, ya que el aparato tendría que ser portátil, y por su elevado coste.

Lavados nasobronquiales y traqueobronquiales:

Los lavados nasobronquiales y traqueobronquiales son técnicas que sirven para el diagnóstico etiológico *in vivo*. La primera de ellas se puede considerar no invasiva a diferencia de la segunda que resulta más traumática.

El lavado nasobronquial consiste en la introducción de una sonda vía nasal hasta los pulmones. Por dicho catéter, posteriormente se introduce una determinada cantidad de suero fisiológico estéril que se recoge para su análisis. La técnica para realizar el lavado traqueobronquial, en cambio, consiste en la realización de una incisión en la zona traqueal para la introducción del catéter y continuar como en el caso anterior (Valero, 2018).

Con el estudio comparativo realizado por Valero (Valero, 2018), se llegó a la conclusión de que los lavados nasobronquiales son más rápidos de realizar y menos traumáticos para el animal que los traqueobronquiales, aunque es necesario tener cierta pericia en la realización de esta técnica para obtener una muestra con suficiente calidad diagnóstica.

Tomografía computarizada (TC):

La introducción de esta técnica en el sector veterinario ha sido uno de los avances más importantes para el diagnóstico clínico.

A diferencia de la radiología convencional, el TC produce cortes del área que nos interesa, pudiendo transformarse en una imagen tridimensional. Además, esta técnica permite una mayor diferenciación de los tejidos blandos (Keane et al., 2017).

Esta técnica mide la absorción de los rayos X en el tejido a medida que pasan por el animal. En los rumiantes, la TC ha mostrado ser eficaz para el estudio de lesiones como quistes, abscesos, hidrocefalia y lesiones de cenurosis (Lee, 2009; Hardefeldt, 2012).

Asimismo, la TC ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. En los TC de tercera generación, tanto el tubo de radiografía como el conjunto de detectores giran 360º alrededor del paciente en un marco fijo para producir un movimiento de rotación-rotación. Los escáneres de cuarta generación, además, están compuestos por el tubo de rayos X que gira alrededor del paciente y dirigen su haz a un anillo de detectores fijos integrados en la carcasa (Keane et al., 2017).

En cuanto a las patologías pulmonares en la especie ovina, se han propuesto técnicas de

imagen como el TC para el diagnóstico de la APO (Humann-Ziehank et al., 2011). Sin embargo, no solo el TC es muy caro para las ovejas de explotaciones comerciales, sino que además este método requiere de anestesia general. En estos momentos desde el SCRUM se está trabajando en la aplicación de esta técnica en el diagnóstico de procesos pulmonares en rumiantes.

Ecografía:

La ecografía es una técnica comúnmente usada en la clínica equina y de pequeños animales. Sin embargo, en la especie ovina, su uso se limita al diagnóstico de gestación (Scott, 2017).

En la ecografía modo B, la imagen obtenida es el resultado del reflejo de las ondas de ultrasonido emitidas por el transductor en diferentes tejidos, después de su penetración en diferentes grados en el cuerpo dependiendo de su impedancia acústica (Goddard, 1995).

El impulso eléctrico creado por el sistema es enviado al transductor. El transductor transforma la energía eléctrica en mecánica mediante una línea de cristales con propiedades piezoeléctricas que se encargan de emitir la señal. El impulso mecánico llega al tejido y éste refleja ecos donde encuentra estructuras o interfases. Posteriormente, estos ecos son recibidos por el transductor y mediante el efecto piezoeléctrico transforma la vibración mecánica recibida en impulsos eléctricos que son enviados al procesador del ecógrafo para formar la imagen (Hernández, 2010). Se denomina interfase al límite o zona de contacto entre dos medios que transmiten el sonido a distinta velocidad. Cuando el haz de ultrasonidos llega a una interfase experimenta un fenómeno de reflexión: una parte del haz vuelve a la fuente emisora ("eco") y el resto continúa propagándose hasta la siguiente interfase. La producción y detección de ecos constituye la base del diagnóstico ecográfico (Granados, 2018).

Los colores de la imagen obtenida varían según la ecogenicidad del tejido, que depende de la intensidad con la que una estructura rebota el eco (Hernández, 2010) (Figura1).



Figura 1: Principios de acústica en ultrasonidos. Ecogenicidad. (Hernández, 2010).

Los ecos más intensos se representan en tono blanco (hiperecogénico), los más débiles en diversos tonos de gris (hipoecogénico) y cuando no hay reflexión, en negro (anecogénico). Las estructuras del cuerpo están formadas por diferentes tejidos, lo que da lugar a múltiples interfases. El elemento que mejor transmite los ultrasonidos es el agua, por lo que esta

produce una imagen anecogénica (negra). En general, los tejidos muy celulares son hipoecogénicos, dado su alto contenido en agua, mientras que los tejidos fibrosos son hiperecogénicos debido al mayor número de interfases presentes en ellos (Granados, 2018).

Destacar que la ultrasonografía es una tecnología que avanza rápidamente y permite la visualización en tiempo real de los órganos internos, los tejidos, las estructuras, las acumulaciones de líquido y el flujo sanguíneo (Meinecke-Tillmann, 2017).

Asimismo, ha demostrado que distingue fácilmente las lesiones pulmonares crónicas en ovejas adultas, incluida la detección de las lesiones de APO tan pequeñas como de 1-2 cm de diámetro localizadas en la pleura visceral (Scott y Gessart, 1998; Scott, 2008; Scott, 2009).

La mayoría de los veterinarios utilizan esta técnica con fines de diagnóstico de gestación y detección de patologías reproductivas en hembras y machos. Sin embargo, su uso podría ampliarse para detectar distintas patologías. Además, los modernos ecógrafos portátiles, con los que los veterinarios pueden explorar en profundidad, tienen un coste moderado y no son invasivos, obteniendo las imágenes e interpretándolas al momento (Scott, 2017).

2.2.3 La necropsia como método de diagnóstico *post mortem*

La necropsia es un método eficaz y barato que es muy usado en el trabajo de granja. Consiste en abrir metódicamente el cadáver del animal, siguiendo un orden establecido, con el fin de evaluar todos los órganos, nódulos linfáticos y las diferentes estructuras que nos puedan interesar. Así podremos detectar cambios de coloración, consistencia y forma, presencia de pus, etc., que se pueden asociar a determinadas enfermedades.

Macroscópicamente, distingue entre ciertas enfermedades, pero el diagnóstico etiológico definitivo siempre necesitará de la recogida de muestras y los resultados del laboratorio.

El estudio anatomopatológico sirve para ver y localizar las distintas lesiones y asociarlas a determinadas enfermedades, o descartar muchas otras. Ha sido y sigue siendo pieza clave en el diagnóstico clínico veterinario.

2.2.4 Valoración comparativa entre la auscultación y ecografía

Ambas técnicas, no invasivas, pueden servir para diagnosticar patologías pulmonares *in vivo*.

A priori la auscultación es un método más accesible que la ecografía en el campo, ya que es más barata y fácil de usar. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, no se ha investigado en profundidad como la auscultación puede detectar y localizar exactamente las

patologías pulmonares (Scott et al., 2010). Por otro lado, sí que hay estudios (Scott, 2018a) que muestran que la ecografía puede distinguir estos procesos.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Una vez se ha podido valorar la gran importancia de los procesos patológicos pulmonares en el ganado ovino y dado que la auscultación y ecografía son dos métodos no invasivos muy utilizados en la clínica de animales de compañía, équidos y animales de abasto, incluyendo los pequeños rumiantes, se ha planteado su uso en la especie ovina para ayudar o complementar el diagnóstico de las posibles patologías pulmonares.

Mediante este trabajo se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Estudio clínico, ecográfico y anatomopatológico de los animales con patología respiratoria recibidos en el SCRUM durante el curso 2017-2018.
- Correlacionar las diversas imágenes vistas con el ecógrafo con las lesiones descritas mediante la auscultación previa de los animales y con las lesiones vistas en necropsia como confirmación del diagnóstico.
- Valorar si la ecografía es un buen método para localizar exactamente las lesiones del pulmón.
- Verificar si tanto la auscultación como la ecografía son buenos métodos de diagnóstico de las patologías pulmonares en esta especie.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Revisión bibliográfica:

Para la realización de este trabajo, se han consultado diversos artículos científicos relacionados con la temática obtenidos en diferentes bases de datos: PubMed, Alcorze, Dialnet, Web of Science, etc. Las palabras clave para buscar los artículos en estas bases de datos han sido palabras como “ultrasonography”, “lung ultrasonography” “lung diseases in sheep”, “image diagnosis in sheep”, “prevalence respiratory diseases”, etc. Además, a medida que el trabajo se desarrollaba, se ha ampliado la bibliografía.

4.2 Diagnóstico clínico:

Los animales analizados para este estudio son animales remitidos al Servicio Clínico de Rumiantes del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (SCRUM). El SCRUM recibe casos clínicos remitidos por veterinarios de la zona y animales de desecho de la cooperativa

Casa de Ganaderos de Zaragoza y granjas colaboradoras con el servicio, a través del proyecto PDR de investigación (Programa de Desarrollo Rural de Aragón 2014-2020), con fondos FEDER.

Todos los animales remitidos al SCRUM siguen un mismo protocolo de actuación. En primer lugar, todos los animales son identificados. Al mismo tiempo se les extrae sangre para realizar pruebas de rutina de hematología y bioquímica, ya que pueden proporcionar información relevante. Posteriormente, a los animales que son remitidos como casos clínicos se les realiza una anamnesis muy exhaustiva con todos los posibles datos importantes para concluir el caso.

Además, se les explora siguiendo una ficha de exploración diseñada por el SCRUM que abarca todos los sistemas y datos relevantes del animal.

Para este estudio, los animales que en la exploración han tenido signos o sospechas de padecer alguna enfermedad respiratoria se les vuelve a explorar el aparato respiratorio. Se ha podido recopilar toda la información de 35 animales sospechosos de padecer procesos pulmonares. Los animales del estudio son principalmente de raza Rasa Aragonesa, más o menos pura, y algunos cruces. Asimismo, se valora minuciosamente si el animal tiene tos y, en su caso, si es seca o húmeda. Se evalúa el dato anterior junto a los ruidos respiratorios detectados mediante la auscultación realizada al menos en 4 puntos en el lado izquierdo y otros tantos en el lado derecho del área de proyección pulmonar. Además, se estima si el proceso es productivo o no, con lo que se puede hacer una aproximación al diagnóstico.

Una vez auscultado minuciosamente el pulmón, se puede distinguir entre los tres tipos de disnea: inspiratoria, espiratoria o mixta. Si la disnea es inspiratoria el problema será de vías altas, y si la disnea es espiratoria o mixta, en cambio, el problema será de vías bajas, que es lo que interesa para este estudio. Por último, es muy importante distinguir qué área del pulmón está afectada, es decir, si es un proceso difuso o localizado, ya que algunas enfermedades son procesos difusos exclusivamente, por lo que es una información imprescindible para encaminar el diagnóstico (imagen 1).

EXPLORACIÓN A DISTANCIA:

TEMPERATURA:

FREC. CARD.:

COLOR MUCOSAS:

FREC. RESP.:

APARATO RESPIRATORIO

Flujo nasal: seroso mucoso sanguinolento

Unilateral / Bilateral

Deform.Craneal:

Tos: negativa productiva seca fuerte débil Olor: si/no

Aplastamiento traqueal: dorsal medio caudal

Disnea: inspiratoria espiratoria mixta

Ruidos respiratorios: estertores sibilancias ronquidos

Localización: difuso unilateral: D I bilateral craneal dorsal ventral caudal

Linfonodos prescapulares: dcho/izdo

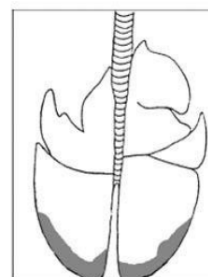


Imagen 1: ficha de exploración del aparato respiratorio.

4.3 Diagnóstico ecográfico:

Después de la exploración clínica, en caso necesario, los animales se someten a un estudio más detallado, tratando de llegar a un diagnóstico mediante ecografía, termografía, rayos X, TC, etc.

Para el presente trabajo, de las ovejas recibidas en el SCRUM con síntomas respiratorios, 35 de ellas fueron sometidas a una exploración ecográfica del pulmón, al menos en los 8 puntos donde se había auscultado anteriormente.

Para la realización de este estudio, se divide cada pulmón en cuatro cuadrantes, obteniendo así una imagen craneal, craneomedial dorsal y ventral, y caudal, tanto del pulmón izquierdo como del derecho, obteniendo al menos 8 imágenes de cada animal. Si se considera necesario se amplía la exploración en más puntos, consiguiendo así el estudio detallado del pulmón. Toda la información obtenida en esta prueba diagnóstica queda detallada en una ficha diseñada exclusivamente para el estudio, donde se representan los dos pulmones con sus cuatro cuadrantes (imagen 2).

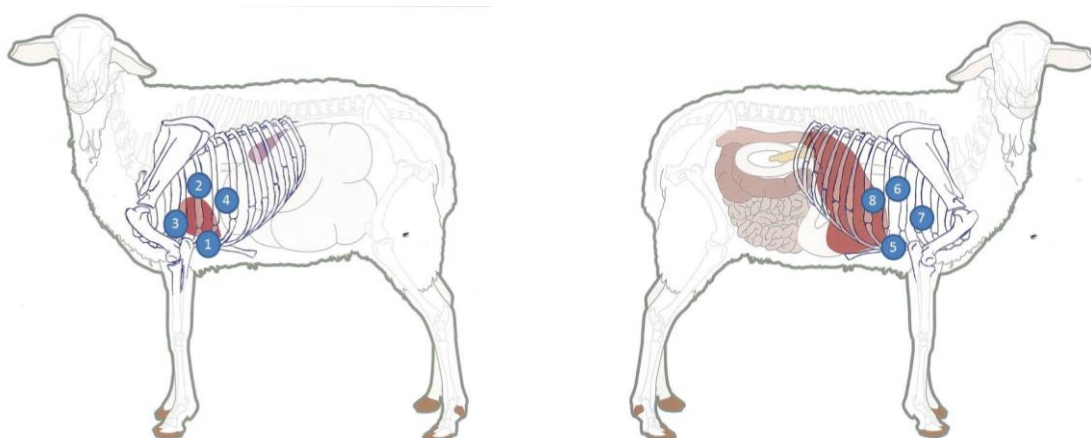


Imagen 2: ficha del diagnóstico ecográfico.

En este caso, se ha usado un ecógrafo VET EICKEMEYER Magic 5000 con el modo B y una sonda convexa. Con el examen en modo B, se graban entre 15 y 100 fotogramas por segundo en sistemas tradicionales, creándose y visualizándose así una imagen bidimensional (Provost et al., 2014; Sargysan et al., 2015).

En cuanto a la frecuencia, en las ecografías transabdominales se usan frecuencias entre 3,5 MHz y 5 MHz (Meinecke-Tillmann, 2017). La frecuencia permite definir mejor las diferentes estructuras, y es inversamente proporcional a la penetración. Como el pulmón es un órgano que tiene bastante penetración se han usado frecuencias bajas (Hernández, 2010).

La sonda convexa tiene una forma curva y proporciona un formato de imagen en forma de trapecio. Se usa en exploración abdominal y obstétrica. Se ha elegido esta sonda porque es la ideal para estructuras profundas (Díaz-Rodríguez et al., 2007), aunque el tamaño de la misma no ha sido el mejor para el ganado ovino.

Asimismo, para poder entender todos los patrones ecográficos vistos, se va a describir como se ve ecográficamente un pulmón sano y las lesiones más frecuentes.

La superficie de un pulmón aireado normal (pleura visceral o pulmonar) se caracteriza por una línea hiperecogénica continua superior con artefactos de reverberación equidistantes y moviéndose en paralelo a la pared torácica varios milímetros durante la respiración (Cousens y Scott, 2015). En este caso, el pulmón normal se describe como una estructura con barras anecogénicas e hiperecogénicas que se mueven con la respiración.

Después de esto, con todos los patrones estudiados, cada patrón se ha relacionado con una posible enfermedad o lesión, obteniendo las siguientes relaciones (tabla 1):

Tabla 1: Relación entre los distintos patrones ecográficos con los posibles hallazgos en necropsias.

PATRÓN ECOGRÁFICO	POSIBLE HALLAZGO ANATOMOPATOLÓGICO
Patrón ecogénico pulmón (barras anecogénicas e hiperecogénicas)	Pulmón normal
Hiperecogenicidad (general o difuso)	Neumonía intersticial (Maedi-Visna)
Hiperecogenicidad parcial o por zonas	Neumonías consolidadas raras/CRO
Anecogenicidad	Líquido
Banda hiperecogénica amplia superficial	Pleuritis
Patrones heterogéneos de hiperecogenicidad	Consolidaciones por zonas y zonas menos consolidadas/CRO
Patrones heterogéneos de hiperecogenicidad con banda de hiperecogenicidad superficial	Consolidaciones por zonas, zonas menos consolidadas y pleuritis
Patrones de heterogenicidad ecogénica con zonas hiperecogénicas y anecogénicas	Abscesos de pus/líquido
Hiperecogenicidad generalizada y banda hiperecogénica superficial	Neumonía intersticial (Maedi-Visna) con pleuritis o neumonías catarrales generalizadas con pleuritis
Áreas de diferente ecogenicidad, algunas veces en círculos concéntricos, rodeadas de patrón normal	Linfadenitis
Zona hiperecogénica delimitada	Masa consolidada no diferenciada
Zona hiperecogénica mal delimitada con nódulos hiperecogénicos satélites	APO
Áreas de hiperecogenicidad con artefactos	Consolidaciones densas y artefactos posteriores a ellas
Áreas de hiperecogenicidad con banda fina de mayor ecogenicidad	Neumonía intersticial (Maedi-Visna) o neumonía catarral con pleura normal
Área hiperecogénica adyacente a patrón de linfadenitis	Neumonía intersticial (Maedi-Visna) o neumonía catarral con linfadenitis
Área hiperecogénica adyacente a área anecogénica	Neumonía gangrenosa
Diferentes áreas de ecogenicidad sin áreas anecogénicas	Consolidación por zonas, neumonía catarral o verminosa
Anecogenicidades o hiperecogenicidades en forma de cometa	Artefactos tras mineralización-hueso o aire
Diversos patrones ecogénicos en la misma imagen	Varios procesos en la misma área

4.4 Diagnóstico anatomopatológico:

Posteriormente, para concluir con el estudio de las ovejas, se procede al sacrificio humanitario de los animales con pentobarbital sódico (EUTHASOL® 100 mg/ml Solución Inyectable) para el estudio anatomopatológico pormenorizado.

Para este estudio, se hace hincapié en el pulmón. Se examina el pulmón entero, la pleura y los nódulos linfáticos mediastínicos. Posteriormente se mira cada lóbulo, en busca de alguna posible alteración en la coloración, consistencia, presencia de algún absceso, etc.

El pulmón se divide también en cuatro cuadrantes imaginarios, recopilando todos los datos y las lesiones obtenidas en una ficha de necropsia diseñada para todos los animales del SCRUM, centrándonos en este caso en el pulmón y estructuras anexas (imagen 3).

SISTEMA RESPIRATORIO

- 2- Fosas nasales:** ☐ rinitis aguda ☐ rinitis crónica ☐ tumor intranasal
Salida de fluidos: ☐ sanguinolentos ☐ mucosos ☐ serosos
- 3- Tráquea.-** Mucosa: ☐ hemorragias ☐ congestión
Contenido: ☐ Espuma ☐ Espuma sanguinolenta ☐ Moco seroso
Aplastamiento traqueal: ☐ craneal ☐ medio ☐ caudal
- 4- Pulmón:** ☐ Congestión ☐ Hemorragias ☐ Edema ☐ Enfisemas ☐ Abscesos
☐ Focos de necrosis ☐ Bandas atelectásicas ☐ N.verminosa
☐ APO ☐ Neumonía fibrinosa ☐ Necrobacilosis ☐ N.gangrenosa
☐ Neumonía catarral (crónica) ☐ Neumonía intersticial
- 5- Pleura:** ☐ Hemorragias ☐ Fibrina ☐ Fibrosis ☐ Adherencias
- 6- Linfonodos.**
Retrofaríngeos: ☐ hemorrágicos ☐ congestivos ☐ infl. crónica ☐ PSTBC
Preescapulares: ☐ hemorrágicos ☐ tumefactos ☐ infl. crónica ☐ PSTBC
Mediastínicos: ☐ hemorrágicos ☐ tumefactos ☐ infl. crónica ☐ PSTBC
- 7- Corazón.-** ☐ hemorragias ☐ endocarditis ☐ lesiones congénitas ☐ Msc. blanco
Pericardio: ☐ Hidropericardio ☐ Fibrina ☐ Hemopericardio

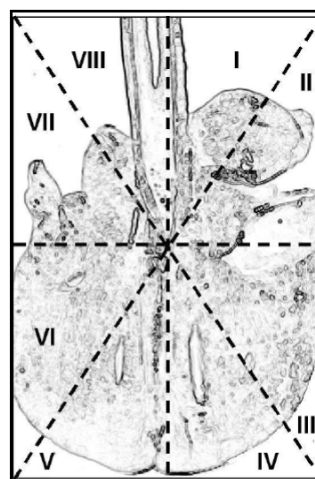


Imagen 3: ficha de necropsia del sistema respiratorio.

Se realiza una foto del pulmón entero, del pulmón derecho y del pulmón izquierdo vistos desde arriba, y otras fotos de cada pulmón vistos desde el lateral, para así después compararlas con las imágenes obtenidas en la ecografía.

4.5 Estudio estadístico:

Por último, para el estudio estadístico, los datos obtenidos en el presente estudio se han analizado con el programa IBM SPSS 22.0 para Windows. Como se ha mencionado en el diagnóstico ecográfico, cada pulmón de cada animal se ha dividido en cuatro cuadrantes, obteniendo así 8 cuadrantes por animal, con un total de 280 cuadrantes. La estadística se centra en los cuadrantes también, ya que no solo interesa saber si tanto con la auscultación como con la ecografía se diagnostica correctamente al animal en general, sino si cada punto auscultado y ecografiado coincide exactamente con lo visto en ese punto en la necropsia, para

saber si de verdad son buenos métodos de diagnóstico.

El estudio se basa en esto, ya que se puede ecografiar un punto del pulmón que este sano y dejarnos una parte del pulmón con un foco catarral, por ejemplo, y pensar que se está ante un animal sano. Además, lo que interesa es saber si estas dos técnicas son válidas para localizar lesiones exactas, además de poder diagnosticar al animal.

Para ello, se ha realizado una estadística descriptiva con los datos obtenidos, usando diversas variables cualitativas para cada cuadrante del pulmón: auscultación positiva o negativa, presencia o ausencia de ruidos respiratorios y qué tipo de ruidos en este caso, tipo de disnea, presencia o ausencia de hallazgos en la ecografía, tipo de hallazgo en la ecografía, presencia o ausencia de lesión en la necropsia, tipo de lesión en la necropsia y si los nódulos linfáticos mediastínicos y la pleura se ven afectados o no.

Con estos datos se ha obtenido lo siguiente:

- Frecuencias para saber el porcentaje de disnea, ruidos respiratorios, patrones ecográficos y hallazgos en necropsia de los distintos animales.

- Tablas cruzadas con los distintos métodos de diagnóstico para saber su concordancia. Además, se han realizado tablas de contingencia y chi-cuadrado/test de Fischer/índice Kappa/coeficiente de contingencia para determinar asociaciones, considerando significativo el dato, que ambas variables estudiadas son dependientes, es decir, que existe una relación entre ellas, cuando $p < 0.05$

- Tablas cruzadas con la ecografía y con cada una de las enfermedades vistas en necropsias, realizando los mismos test, obteniendo como valores significativos los $p < 0,05$.

- Tablas cruzadas para relacionar los hallazgos ecográficos con las lesiones vistas en necropsias, siguiendo también los mismos criterios que en los anteriores casos.

Por último, mediante el programa WinEpi (Working in Epidemiology) desarrollado por el profesor Ignacio de Blas, se ha decidido calcular la sensibilidad y especificidad para cada prueba comparándolas con la necropsia como método de referencia.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la exploración clínica de los 35 animales que estaban en el estudio sólo se pudieron explorar 34, ya que el estado del animal hizo que sólo se pudiese realizar la ecografía e ir

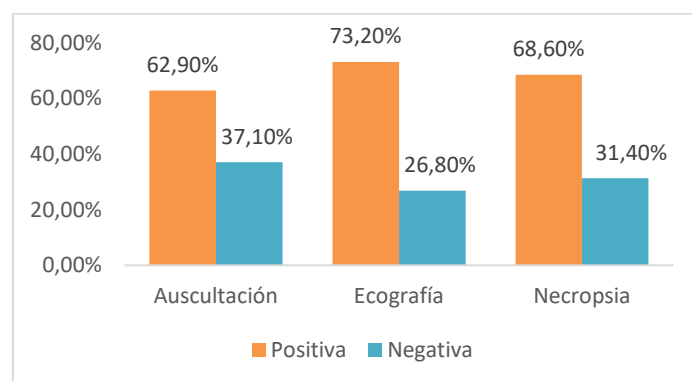
directo a la sala de necropsias. Recordar que el estudio se ha realizado por cuadrantes, obteniendo 8 datos por cada prueba y animal.

5.1 Estudio de frecuencias (estadística descriptiva):

Lo primero que se ha realizado en el estudio estadístico es incluir las frecuencias para saber cuántas ecografías con lesión hay, cuántas ovejas positivas a la auscultación se han detectado, etc.

Por cada cuadrante se han obtenido 35 auscultaciones, imágenes ecográficas y hallazgos de necropsias, con un total de 280 con la suma de todos los cuadrantes, excepto en la auscultación, que como se ha mencionado anteriormente hay 34 animales.

En cuanto a la auscultación, hay 171 cuadrantes auscultados positivos (62,90%) y 101 negativos (37,10%). En cuanto a los hallazgos encontrados en las ecografías, del total de 280 imágenes, en 75 casos no se ha detectado hallazgos ecográficos (26,80%) y en 205 casos sí (73,20%). Asimismo, en cuanto a las necropsias, del total de los 280 cuadrantes, en 88 no se encontraron lesiones (31,40%) y en 192 sí (68,60%) (Gráfica 1).



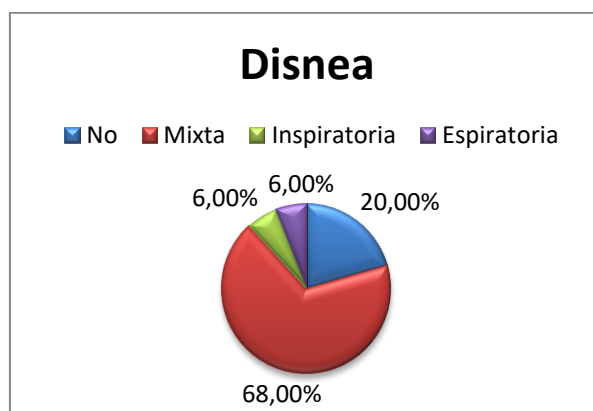
Gráfica 1: Porcentaje de auscultaciones, ecografías y necropsias positivas y negativas.

5.1.1 Diagnóstico clínico

Centrándose en el diagnóstico clínico, en 210 cuadrantes no se han escuchado ruidos respiratorios (77,21%), en 23 estertores (8,45%), en 17 ronquidos (6,25%), en 15 estertores y ronquidos (5,51%), en 4 sibilancias y ronquidos (1,47%), en 2 ocasiones estertores y sibilancias (0,74%) y en 1 ocasión sibilancias (0,37%). En cuanto al tipo de disnea auscultada, en 107 cuadrantes (39,30%) no ha habido disnea, en 145 disnea mixta (53,30%), en 16 disnea inspiratoria (5,90%) y en 4 espiratoria (1,50%). Esto es debido a que el estudio se ha centrado en animales con problemas pulmonares, no con problemas de las vías altas, por lo que es

normal que la disnea más auscultada haya sido la disnea mixta, que es la que se escucha cuando el pulmón está afectado, al igual que la espiratoria, pero esta última es menos común.

Al analizar estos datos por animal, los resultados cambian ligeramente, ya que un animal puede tener más de un cuadrante afectado y otro uno solo. De estos 34 animales, 7 no mostraron disnea, 23 de ellos tenían una disnea mixta, 2 disnea inspiratoria y otras dos espiratoria (gráfica 2).



Gráfica 2: Análisis del tipo de disnea de los animales estudiados.

Además, analizando los distintos ruidos respiratorios, se puede ver que la mayoría de ellos tenían ausencia de ruidos, 20 animales para ser exactos. 4 de ellos tenían estertores, 3 ronquidos, otros 3 ronquidos y estertores, 2 animales ronquidos y sibilancias, 1 sólo animal sibilancias y otro estertores y sibilancias.

5.1.2 Diagnóstico ecográfico

Además, en la siguiente tabla (tabla 2) se puede observar que, de las 280 imágenes ecográficas, el hallazgo ecográfico que más aparece con bastante diferencia es la hiperecogenicidad general, la cual aparece en 118 cuadrantes (42,10%).

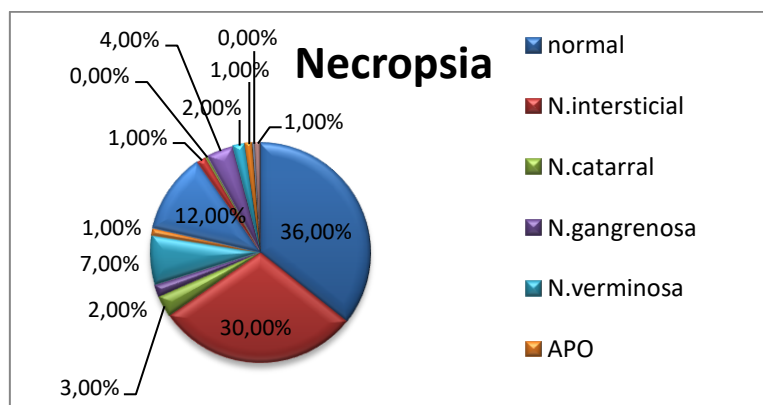
Tabla 2: Porcentaje y frecuencia de los distintos patrones ecográficos.

PATRÓN ECOGRÁFICO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Patrón ecogénico pulmón (barras anecogénicas e hiperecogénicas)	75	26,80
Hiperecogenicidad (general o difuso)	118	42,10
Hiperecogenicidad parcial o por zonas	5	1,80
Anecogenicidad	8	2,90
Banda hiperecogénica amplia superficial	2	0,70
Patrones heterogéneos de hiperecogenicidad	18	6,40
Patrones heterogéneos de hiperecogenicidad con banda de hiperecogenicidad superficial	2	0,70
Patrones de heterogenicidad ecogénica con zonas hiperecogénicas y anecogénicas	9	3,20
Hiperecogenicidad generalizada y banda hiperecogénica superficial	12	4,30

Áreas de diferente ecogenicidad, algunas veces en círculos concéntricos, rodeadas de patrón normal	6	2,10
Zona hiperecogénica delimitada	3	1,10
Zona hiperecogénica mal delimitada con nódulos hiperecogénicos satélites	2	0,70
Áreas de hiperecogenicidad con artefactos	6	2,10
Áreas de hiperecogenicidad con banda fina de mayor ecogenicidad	1	0,40
Área hiperecogénica adyacente a patrón de linfadenitis	1	0,40
Área hiperecogénica adyacente a área anecogénica	2	0,70
Diferentes áreas de ecogenicidad sin áreas anecogénicas	8	2,90
Anecogenicidades o hiperecogenicidades en forma de cometa	1	0,40
Diversos patrones ecogénicos en la misma imagen	1	0,40
TOTAL	280	100,00

5.1.3 Diagnóstico anatomopatológico

Analizando las diferentes lesiones encontradas a nivel del pulmón, de estos 280 cuadrantes, los hallazgos más frecuentes han sido los siguientes (gráfica 3): 100 cuadrantes pulmonares estaban sanos (35,70%), 83 con neumonía intersticial (29,60%), 33 con neumonía intersticial contaminada (11,80%), 20 con neumonía verminosa (7,10%) y en 11 de los cuadrantes neumonía intersticial con neumonía verminosa (3,90%). Descartando los pulmones sanos, la neumonía intersticial ha aparecido en el 46,11% de los casos. Al haber tantos pulmones sanos de los explorados en el estudio, se puede pensar que se sobrediagnostican patologías pulmonares.



Gráfica 3: Porcentaje de los hallazgos anatomopatológicos.

Además, se ha estudiado también la afección de la pleura, ya que la pleura forma parte del pulmón. Únicamente la pleura se ha visto afectada en el 17,90% de los casos.

Además, se han estudiado posibles alteraciones en los nódulos linfáticos mediastínicos, ya que muchas veces van acompañadas con las distintas patologías pulmonares, como en la neumonía intersticial por Maedi-Visna. El 54,30% de los animales no tenían alterados los linfonodos, y casi en la mitad de las ovejas del estudio sí, ya que había afección en el 45,70% de los casos.

5.2 Análisis estadístico:

Para el análisis estadístico se han empleado tablas cruzadas con distintas variables para ver su correlación. Se ha correlacionado la auscultación con la ecografía, la auscultación con la necropsia y la ecografía con la necropsia para ver, en cada uno de ellos, si estadísticamente hay una correlación positiva, para así verificar si tanto la auscultación como la ecografía son buenos métodos de diagnóstico de las patologías pulmonares.

5.2.1 Auscultación-hallazgos ecográficos

En cuanto a la correlación de la auscultación con los hallazgos ecográficos (tabla 3), existe una correlación positiva entre el hecho de que la auscultación sea positiva y que se encuentren hallazgos ecográficos.

Tabla 3: Recuento de auscultaciones y ecografías.

Recuento				
		EcoSiNo		Total
		No hallazgo	Hallazgo	
AuscPosNeg	Positiva	34	137	171
	Negativa	38	63	101
Total		72	200	272

5.2.2 Auscultación-hallazgos necropsias

Al realizar la tabla cruzada con estas variables (tabla 4), se ve que en este caso no hay relación estadística entre ambos, lo que quiere decir que una auscultación positiva no implica que después haya lesiones en la necropsia.

Tabla 4: Recuento de auscultaciones y lesiones anatomopatológicas.

Recuento				
		LesiónSiNo		Total
		Sin lesión	Lesión	
AuscPosNeg	Positiva	52	119	171
	Negativa	28	73	101
Total		80	192	272

Esto es el fundamento de lo que llamamos un pulmón “mentiroso” (Saura, 2015). En el estudio realizado por Saura (Saura, 2015), únicamente con la exploración clínica se emitían más de un 30,00% de diagnósticos erróneos. Recaltar que el ovino es un animal que se suele poner nervioso y que hiperventila durante la exploración, lo cual podría justificar los resultados.

Para comprobar si existe correlación positiva entre la auscultación y la necropsia con alguna patología en concreto, se ha usado como variable la auscultación con cada una de las patologías pulmonares estudiadas en el estudio.

Se han analizado las neumonías más frecuentes en necropsias, ya que las que hay muy pocos datos (APO, por ejemplo), no se pueden evaluar.

Auscultación-neumonía intersticial:

Una de las patologías que se ha analizado en más profundidad ha sido la neumonía intersticial.

Como se ve en la tabla 5, estadísticamente sí que hay cierta relación entre la auscultación y la neumonía intersticial como hallazgo en la necropsia ($p>0.05$, aunque ligeramente, $p=0,059$), con lo que podemos decir que sí que hay cierta capacidad de detectar las neumonías intersticiales causadas por Maedi-Visna con el fonendoscopio. Se necesitarían más datos para corroborar este resultado.

Tabla 5: Correlación entre la auscultación y los casos de neumonía intersticial.

Recuento					
			Necropsia		Total
			normal	N. intersticial	
AuscPosNeg	Positva	Recuento	52	30	82
		% dentro de ausculPosNeg	63,40	36,60	100,00
	Negativa	Recuento	28	31	59
		% dentro de ausculPosNeg	47,50	52,50	100,00
Total		Recuento	80	61	141
		% dentro de ausculPosNeg	56,70	43,30	100,00

Auscultación-neumonía verminosa:

Otra de las patologías estudiadas a fondo ha sido la neumonía verminosa. En este caso, en la tabla 6 se puede observar que hay una relación negativa ($p>0,05$) entre auscultación y que se encuentren lesiones de neumonía verminosa en necropsias. Es decir, las lesiones de las neumonías verminosas estudiadas son prácticamente imposibles de diagnosticar con el fonendoscopio, aunque el resultado puede variar según el grado de parasitación de los animales.

Tabla 6: Correlación entre la auscultación y los casos de neumonía verminosa.

Recuento					
			Necropsia		Total
			Normal	N. verminosa	
<u>AusculPosNeg</u>	Positiva	Recuento	52	4	56
		% dentro de ausculPosNeg	92,90	7,10	100,00
	Negativa	Recuento	28	12	40
		% dentro de ausculPosNeg	70,00	30,00	100,00
<u>Total</u>		Recuento	80	16	96
		% dentro de ausculPosNeg	83,30	16,70	100,00

5.2.3 Ecografía-hallazgos necropsias

En cuanto a la correlación entre la ecografía y los hallazgos en necropsia (tabla 7), se puede ver que hay una correlación positiva y que esta concordancia es significativa, por lo que podemos decir que la ecografía es un buen método de diagnóstico *in vivo* para las patologías de pulmón.

Tabla 7: Recuento de las ecografías y hallazgos anatomopatológicos.

Recuento				
		LesiónSiNo		Total
		Sin lesión	Lesión	
EcoSiNo	No hallazgo	31	44	75
	Hallazgo	57	148	205
Total		88	192	280

Ecografía-distintas lesiones anatomopatológicas:

Además, se ha valorado la correlación entre la presencia o ausencia de hallazgos ecográficos y los distintos hallazgos y lesiones en las necropsias como se puede ver en las tablas 8 y 9.

Tabla 8: Correlación entre la presencia o ausencia de hallazgos ecográficos y lesiones anatomopatológicas.

			Normal	N. intersticial	N. Catarral	N. Gangrenosa	N. Verminosa	APO	N. Interst-Contaminada
Eco si/no	No hallazgo	-Recuento -% dentro de necropsia	31 35,20	15 18,10	0 0,00	0 0,00	10 50,00	0 0,00	3 9,10
	Hallazgo	-Recuento -% dentro de necropsia	57 64,80	68 81,90	9 100,00	5 100,00	10 50,00	3 100,00	30 90,90
total			-Recuento -% dentro de necropsia	88 100,00	83 100,00	9 100,00	5 100,00	20 100,00	3 100,00

En cuanto a los pulmones normales, se ha acertado en el 35,20% de los casos, ya que en el 64,80% se ven otros patrones ecográficos que no se asocian a un pulmón sano.

Centrándose ya en las enfermedades, se encuentra el 81,90% de los casos de neumonía intersticial, y el 90,90% de los casos de neumonía intersticial contaminada. Este hecho es muy positivo y más al ser una de las enfermedades más difíciles de diagnosticar *in vivo* y siendo una de las patologías más prevalentes en Aragón. En cuanto a las neumonías catarrales y gangrenosas, los resultados son aun más favorecedores, ya que se acierta en el 100,00% de los animales. Por otro lado, sin embargo, las neumonías verminosas causadas por parásitos resultan difíciles de diagnosticar ecográficamente, ya que tenemos datos discordantes en el 50,00% de los casos.

En cuanto a la APO, cabe destacar que solo ha habido 3 cuadrantes afectados, por lo que se necesitarían más casos para unos resultados más fiables estadísticamente, aunque de los 3 casos se han diagnosticado correctamente el 100,00% de los cuadrantes.

Tabla 9: Correlación entre la presencia o ausencia de hallazgos ecográficos y lesiones anatomopatológicas.

			PSTB visceral	Absceso	N. Interst-Verminosa	N. Interst-ContamVerminosa	APO + N. InterstContam	N. Interst-ContamPST BC	APO + N. catarral	Total
Eco si/no	No hallazgo	-Recuento -% dentro de Necropsia	1 25,00	0 0,00	4 36,40	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	75 26,80
	Hallazgo	-Recuento -% dentro de necropsia	3 75,00	1 100,00	7 63,60	5 100,00	3 100,00	1 100,00	2 100,00	205 73,20
total		-Recuento -% dentro de necropsia	4 100,00	1 100,00	11 100,00	5 100,00	3 100,00	1 100,00	2 100,00	280 100,00

De los casos de pseudotuberculosis visceral, se han diagnosticado correctamente 3 de los 4 cuadrantes afectados (75,00%). Además, el único animal con un absceso de pulmón se ha diagnosticado ecográficamente bien.

Asimismo, muchos de los animales no tenían una única patología en pulmón, sino una combinación de ellas. Los animales con neumonía intersticial y neumonía verminosa no han resultado fáciles del todo de diagnosticar, ya que sólo se ha acertado en el 63,60%. Estos datos concuerdan con los animales con cada patología individual, ya que aunque las neumonías intersticiales se han diagnosticado muy bien, como se ha mencionado antes se falla en la mitad de los casos de neumonía verminosa. Sin embargo, los casos de neumonía intersticial contaminada con neumonía verminosa y APO con neumonía intersticial contaminada se han acertado en el 100,00% de los casos. Para que estos resultados fuesen más fiables sería conveniente disponer de más casos.

El único cuadrante de neumonía intersticial contaminada y pseudotuberculosis visceral se ha diagnosticado correctamente, pero al haber un único caso el resultado no es muy concluyente. Por otro lado, los 2 cuadrantes de APO con neumonía catarral se han diagnosticado correctamente (100,00%). Estos resultados son significativos.

Asimismo, se ha correlacionado los hallazgos ecográficos con lesiones de la pleura en la necropsia (tabla 10).

Tabla 10: Correlación entre la ecografía y lesiones de la pleura en la necropsia.

			Pleura		Total
			Afectada	No afectada	
EcoSiNo	No hallazgo	Recuento	25	50	75
		% dentro de pleura	50,00	21,70	26,80
	Hallazgo	Recuento	25	180	205
		% dentro de pleura	50,00	78,30	73,20
Total		Recuento	50	230	280
		% dentro de pleura	100,00	100,00	100,00

Ecográficamente, únicamente se detectan el 50,00% de los casos en el que la pleura resulta estar afectada en la necropsia, pero además, ecográficamente se detectan el 78,30% de posibles casos, que luego con la necropsia se descartan ya que no se ven alteraciones pleurales. Por lo que, se sobrediagnostican ecográficamente casos de pleuritis u otras alteraciones pleurales.

Se ha realizado lo mismo con la linfadenitis mediastínica (tabla 11).

Tabla 11: Correlación entre la ecografía y posible alteración de los linfonodos en la necropsia.

			LinfMediast		Total
			<u>Sí</u>	<u>No</u>	
EcoSiNo	<u>No hallazgo</u>	Recuento	18	57	75
		% dentro de linfMediast.	14,10	37,50	26,80
	<u>Hallazgo</u>	Recuento	110	95	205
		% dentro de linfMediast.	85,90	62,50	73,20
Total		Recuento	128	152	280
		% dentro de linfMediast.	100,00	100,00	100,00

En los casos en los que se diagnostica una linfadenitis mediante la necropsia, ecográficamente se acierta y se diagnostica en el 85,90%, fallando en el menor de los casos (14,10%). Sin embargo, pasa lo mismo que con los problemas pleurales, que se sobrediagnostican casos de linfadenitis mediante ecografía, ya que en el 62,50% de los casos que ecográficamente se cree que se está ante una linfadenitis, y luego con la necropsia se descarta.

Patrones ecográficos-lesión necropsia:

Además, se ha relacionado los distintos patrones ecográficos con las lesiones vistas en necropsias, centrándose en los casos de Maedi-Visna, que es el que mayor número de casos tiene. Ecográficamente se ha visto patrones heterogéneos de hiperecogenicidad en el 81,80% de los casos, linfadenitis en el 100,00% de los casos e hiperecogenicidad general o difusa en el 40,30% de los casos. Sin embargo, se sobrediagnostica este último hallazgo, ya que en pulmones normales se ha visto hiperecogenicidad en un 59,70%. Además, hay que recalcar que este patrón es el que se ha asociado al Maedi-Visna, una hiperecogenicidad difusa. Los resultados son significativos.

5.3 Sensibilidad y especificidad:

Por último, se ha decidido calcular la sensibilidad y especificidad para cada prueba comparándolas con la necropsia.

Estos parámetros sirven para saber si una prueba es válida, si la prueba es capaz de medir lo que intenta medir, teniendo como referencia el *estándar de oro*, el cual es considerado como

una prueba definitiva para establecer, en este caso, si un animal tiene una patología pulmonar y cual (Cuevas y Alejo, 2010). En este caso el *estándar de oro* es la necropsia.

La sensibilidad de una prueba (Se) es su habilidad para detectar la enfermedad cuando está realmente presente (Alonso, 2014), es decir, la proporción de los individuos clasificados como positivos por el *estándar de oro* que se identifican correctamente por la prueba en estudio. Cuanto más alto es el valor, hay una mejor capacidad en la detección de enfermos por medio de la prueba (Cuevas y Alejo, 2010).

La Especificidad de una prueba (Sp) es su habilidad para excluir la enfermedad cuando no está presente (Alonso, 2014), es decir, se refiere a la proporción de los individuos clasificados como negativos por el *estándar de oro* que se identifican correctamente por la prueba en estudio (Cuevas y Alejo, 2010).

La sensibilidad se calcula dividiendo los verdaderos positivos por la suma de los verdaderos positivos y falsos negativos. La especificidad, en cambio, se calcula dividiendo los verdaderos negativos por la suma de los verdaderos negativos y falsos positivos (Cuevas y Alejo, 2010) (Figura 2).

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{verdaderos positivos}}{\text{total de casos positivos}} = \frac{a}{a+c} = \frac{VP}{VP+FN} \times 100\%$$

donde:

a= verdaderos positivos
a+c= total de casos positivos (enfermos)
VP/FN= verdaderos positivos/falsos negativos

$$\text{Especificidad} = \frac{\text{verdaderos negativos}}{\text{total de casos negativos}} = \frac{b}{b+d} = \frac{VN}{VN+FP} \times 100\%$$

donde:

a= verdaderos negativos
a+c= total de casos negativos (sanos)
VN/FP= verdaderos negativos/falsos positivos

Figura 2: cálculo de la sensibilidad y especificidad (Cuevas y Alejo, 2010).

En el caso de la auscultación, la sensibilidad es del 61,98% y la especificidad del 35,00%. En el caso de la ecografía, en cambio, la sensibilidad es del 77,08% y la especificidad del 35,23%.

Con esto, podemos decir que las dos pruebas tienen una sensibilidad bastante alta, aunque la ecografía bastante más que la auscultación. Esto quiere decir que la ecografía es un buen método para diagnosticar animales que están enfermos, animales positivos.

Sin embargo, las dos pruebas tienen una especificidad bastante baja. Esto quiere decir que no son buenos métodos de diagnóstico para diagnosticar animales que están realmente sanos, para descartar la enfermedad.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas a raíz del trabajo realizado son las siguientes:

1- La disnea más auscultada ha sido la mixta (67,65%). Más de la mitad de los animales (58,83%) no han mostrado ruidos respiratorios. El patrón ecográfico que más ha aparecido es la hiperecogenicidad general o difusa en un 42,10% de los casos. La lesión anatomopatológica más encontrada ha sido la neumonía intersticial (46,11%).

2- Existe una correlación positiva entre la auscultación y la ecografía y entre la ecografía y la necropsia. Sin embargo, no se ha observado esta correlación entre la auscultación y la necropsia.

3- Como norma general la ecografía sí que es un buen método para diagnosticar lesiones del pulmón: se ha encontrado en un 81,90% los casos de neumonía intersticial, y en un 90,90% las neumonías intersticiales contaminadas. En cuanto a las neumonías catarrales y gangrenosas se ha acertado en el 100,00% de los animales. Por otro lado, las neumonías verminosas resultan difíciles de diagnosticar, ya que se obtienen resultados erróneos en el 50,00% de los casos. Esta técnica tampoco sirve para detectar problemas pleurales o casos de linfadenitis mediastínica.

4- Tanto la auscultación como la necropsia son buenas técnicas para detectar animales enfermos de vías bajas, aunque la ecografía ha obtenido mejores resultados. Por otro lado, no son técnicas apropiadas para detectar animales sanos, animales negativos a patologías pulmonares.

CONCLUSIONS

The conclusions obtained as a result of the carried out work are the following:

1- The mixed dyspnea has been the most auscultated dyspnea (67.65%). More than half of the animals (58.83%) have not shown respiratory sounds. In 42.10% of the cases the scan pattern that has most appeared is the general or diffuse hyperechogenicity. Interstitial pneumonia has been the most common histopathological injury (46.11%).

2- There is a positive correlation between auscultation and echography and between sonography and necropsy. However, this correlation between auscultation and necropsy has not been seen.

3- As a general rule, the sonography is a good way to diagnose lung injuries: interstitial pneumonia was found in 81.90% of the cases, and contaminated interstitial pneumonia in

90.90% of the cases. With regard to catarrhal and gangrenous pneumonias, they were accurately diagnosed in the 100.00% of the animals. Nevertheless, verminous pneumonias are difficult to diagnose since incorrect results are obtained in 50.00% of the cases. This technique is not neither useful to detect pleural problems or mediastinal lymphadenitis cases.

4- Both auscultation and necropsy are good techniques to detect low respiratory tractely affected animals, although better results have been obtained with echography. On the other hand, they are not appropriate techniques to detect healthy animals, negative animals to lung pathologies.

7. VALORACIÓN PERSONAL

Este trabajo me ha servido para ampliar mis conocimientos sobre la especie ovina en un área que no se trabaja mucho en la facultad: la ecografía. También he podido trabajar un poco en la investigación, y sobre todo aprender mucho sobre la estadística, la cual me he dado cuenta que es más importante de lo que creemos. Pero no sólo ha significado cosas académicas, sino que este trabajo pone fin después de cinco años a una de las mejores etapas de mi vida.

Me gustaría dar las gracias a mis directores, sobre todo a Ferrer por su paciencia infinita y sus consejos. No me puedo olvidar de todos los profesores e internos del SCRUM, ya que sin ellos este estudio no hubiese sido posible. Agradecer también al proyecto PDR de investigación. Por último, me gustaría dar las gracias a mis amigos y a mi familia, que me han seguido durante toda mi trayectoria.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, E. (2014). *Estimación de la Sensibilidad y la Especificidad de un test diagnóstico binario en presencia de covariables. Solución de un problema de aplicación*. Trabajo fin de Máster. Universidad de Granada. Granada (España).

Andrews, M., Araya, S., Araya, D., Aros, K., Arriagada, M., Balic, M. y Barrios, M.A. (2011). Adenomatosis Pulmonar Ovina. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. Recuperado de: https://www.u-cursos.cl/veterinaria/2011/1/FU17/1/material_docente/bajar?id_material=584989 (Consulta: 20 de agosto de 2018).

Brodgen, K.A., Lehmkuhl, Howard, D., Cutlip. y Randall, C. (1998). *Pasteurella haemolytica* complicated respiratory infections in sheep and goats. *Veterinary Research*, 29 (3-4), 233-254.

Biescas, E., Jirón, W., Climent, S., Fernández, A., Pérez, M., Weiss, D.T., Solomon, A. y Luján. L.

(2009). AA Amyloidosis Induced in Sheep Principally Affects the Gastrointestinal Tract. *Journal of Comparative Pathology*, 140, 238-246.

Cano, T., Hervás, J. y Padró, J.M. (1995). Estudio epizoetológico y clínico de los procesos respiratorios en corderos criados en la provincia de Jaén. Madrid: *Actas de las XX Jornadas Científicas de la SEOC*, 277-282.

Cuevas, C. y Alejo, A. (2010). Validez y fiabilidad de las medidas de exposición y medición. División de estudios profesionales. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología. Recuperado de: <http://www.psicol.unam.mx/Investigacion2/pdf/SENSIBILIDAD%20Y%20ESPECIFICIDAD.pdf> (Consulta: 4 de septiembre de 2018).

Curry, C.A., Fishman, E.K. y Buckley J.A. (1998). Pulmonary gangrene: Radiological and pathologic correlation. *Southern Medical Journal*, 91, 957-960.

Cousens, C., Thonur, L., Imlach, S., Crawford, J., Sales, J. y Griffiths, D.J. (2009). Jaagsiekte sheep retrovirus is present at high concentration in lung fluid produced by ovine pulmonary adenocarcinoma-affected sheep and can survive for several weeks at ambient temperature. *Research in Veterinary Science*, 87, 154-156.

Cousens, C. y Scott, P. R. (2015). Assessment of transthoracic ultrasound diagnosis of ovine pulmonary adenocarcinoma in adult sheep. *Veterinary Record*, 177 (14), 366.

De las Heras, M., González, L.G. y Sharp J.M. (2003). Pathology of ovine pulmonary adenocarcinoma. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 275, 25–54.

Díaz-Rodríguez, N., Garrido-Chamorro, R.P. y Castellano-Alarcón, J. (2007). Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. Formación continuada; metodología y técnicas. *Semergen*, 33 (7), 362-9.

Donachie, W. (2000). *Enfermedades de la oveja. Pasteurellosis*. 2ª edición. Editorial Acribia S.A. 230-238. Zaragoza (España).

Ferrer, L.M., García de Jalón, J.A. y De las Heras, M. (2002). *Atlas de Patología Ovina*. 2ª edición. Editorial Servet. Zaragoza (España).

Frías, R. (2017). *Estudio retrospectivo sobre el complejo respiratorio ovino en Aragón: patógenos y perfil de resistencias a antibióticos*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España).

Granados, M.A. (2018). Principios básicos de ecografía. *El portal de la Asociación Española de*

Pediatría, 1-26. Recuperado de:
https://continuum.aeped.es/files/guias/Material_descarga_unidad_1_ecocardiografia.pdf
(Consulta: 2 de septiembre de 2018).

Goodwin, K.A., Jackson, R., Brown, C., Davies, P.R., Morris, R.S. y Perkins, N.R. (2004). Pneumonic lesions in lambs in New Zealand: patterns of prevalence and effects on production. *The New Zealand Veterinary Journal*, 52, 175-179.

Goddard, P.J. (1995). *Veterinary Ultrasonography*. Editorial CAB International. Wallingford (UK).

González, J.M. (2015). *Factores que condicionan la supervivencia de los corderos tipo ternasco. Estudio del Complejo Respiratorio Ovino: Presentación, formas lesionales, agentes implicados y serotipificación de Pasteurella haemolytica*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España).

González, J.M., Bello, J.M., Rodríguez, M., Navarro, T., Lacasta, D., Fernández, A. y De las Heras, M. (2016). Lam feedlot production in Spain: Most relevant health issues. *Small Ruminant Research*, 142, 83-87.

González, J.M., Ruiz de Arcaute, M., Lacasta, D., Ferrer, L.M., Ramos, J.J., Figueras, L., Sucupira, M.C., De las Heras, M., Congost, S. y Abad, F. (2009). Influencia de las condiciones ambientales de las instalaciones ganaderas en el desarrollo del síndrome respiratorio del cordero. Dirección General de Desarrollo Rural. *Informaciones técnicas*, 204.

Griffiths, J.M., Martineau, H. y Cousens, C. (2010). Pathology and Pathogenesis of Ovine Pulmonary Adenocarcinoma. *The Journal of Comparative Pathology*, 142, 260-283.

Hardefeldt, L.A., Rylander, H., Iskandar, B.J., Ellison, M. y Peek, S.F. (2012). Diagnosis and surgical treatment of an intracranial cyst in an alpaca cria. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 240 (12), 1501-1506.

Hernández, R. (2010). Bases físicas ecografía modo B. Mindray. Oporto. Recuperado de: <http://www.sermed.es/html/documentos/basesfisicasecografiatusmindray.pdf> (Consulta: 9 de agosto de 2018).

Humann-ziebank, E., Brauer, C., Kuks, A., Andreae, A., Bruegmann, M. L. y Ganter, M. (2011). Imaging and score-based quantification of ovine pulmonary adenocarcinoma using computed tomography as an additional tool in advanced clinical diagnosis. *Small Ruminant Research*, 96,

201–210.

Jones, G.F., Field, A.C. y Gilmour, J. (1982). Effect of experimental chronic pneumonia on bodyweight, feed intake and carcass composition of lambs. *The Veterinary Record*, 110, 168-173.

Keane, M., Paul, E., Sturrock, C.J., Rauch, C. y Rutland, C.S. (2017). Computed Tomography in Veterinary Medicine: Currently Published and Tomorrow's Vision. *Inteach Open* art.13. Recuperado de: <http://eprints.nottingham.ac.uk/42009/8/55067.pdf> (Fecha de consulta: 3 de agosto de 2018).

Krishnadasan, B., Sherbin, V.L., Vallieres, E. y Karmy-Jones, R. (2000). Surgical management of lung gangrene. *Canadian Respiratory Journal*, 7, 401-404.

Lacasta, D., Ferrer, L.M., Ramos, J.J., González, J.M. y De las Heras, M. (2008). Influence of climatic factor on the development of pneumonia in lambs. *Small Ruminant Research*, 80, 28-32.

Lacasta, D., González, J.M., Navarro, T., Valero, M., Saura, F., Ramos, J.J., Ferrer, L.M., Ortín, A. y Jiménez, C. (2016). Respiratory diseases affecting adult sheep in Spain. Relationship between auscultation and lung lesion. *Proceedings of the Deutsche Veterinarmedizinische Gesellschaft and ECSRHM annual congress*, 56-60. Freiburg (Germany).

Lacasta, D. (2016). Problemas respiratorios en ganado adulto: ¿Cuál es su incidencia real?. *Tierras Ovino*, 16, 30-39.

Lee, K., Yamada, K., Tsuneda, R., Kishimoto, M., Shimizu, J., Kobayashi, Y., Furuoka, H., Matsui, T., Sasaki, N., Ishii, M., Inokuma, H., Miyake, Y. y Iwasaki, T. (2009). Clinical experience of using multicidetector-row CT for the diagnosis of disorders in cattle. *Veterinary Record*, 165 (19), 559-562.

Lowa State University. (2007). Maedi-Visna. Institute for International Cooperation in Animal Biologics. *College of Veterinary Medicine*, 1-4. Recuperado de: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/maedi_visna.pdf (Consulta: 28 de julio de 2018).

McRae, K.M., Baird, H.J., Dodds, K.G., Bixley, M.J. y Clarke, S.M. (2016). Incidence and heritability of ovine pneumonia, and the relationship with production traits in New Zealand sheep. *Small Ruminant Research*, 145, 136-141.

Mearns, R. (2009). Post mortem examination of sheep aged over 12 months. *Livestock* 14, 42-49.

Meinecke-Tillmann, S. (2017). Basics of ultrasonographic examination in sheep. *Small Ruminant Research*, 152, 10–21.

Moreno, B. (1994). *Contribución al conocimiento de la neumonía del cordero*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España).

Pérez, M., Biescas, E., de Andres, X., Leginagoikoa, I., Salazar, E., Berriatua, E., Reina, R., Bolea, R., de Andrés, D., Juste, R.A., Cáncer, J., Gracia, J., Amorena, B., Badiola, J.J. y Lujan, L. (2010). Visna/maedi virus serology in sheep Survey, risk factors and implementation of a successful control programme in Aragon (Spain). *Veterinary Journal*, 186, 221-225.

Pinczowski, P., Sanjosé, L., Gimeno, M., Crespo, H., Glaria, I., Amorena, B., de Andrés, D., Pérez, M., Reina, R. y Luján, L. (2017). Small Ruminant Lentivirus in Sheep: Pathology and Tropism of 2 Strains Using the Bone Marrow Route. *Veterinary Pathology*, 54 (3), 413-424.

Provost, J., Papadacci, C., Arango, J.E., Imbault, M., Fink, M., Gennisson, J.L., Tanter, M. y Pernot, M. (2014). 3D ultrafast ultrasound imaging in vivo. *Physics in Medicine and Biology*, 59, L1–L13.

Pugh, D.G. (2002). *Sheep and Goat Medicine*. 1era edición. Editorial Saunders. 107-128. Filadelfia (Estados Unidos).

Ruiz de Arcaute, M., Ferrer, L.M., Lacasta, D., Conde, T., Fondevila, J., Gartziandia, A., González, J.M., Ortega, M., Ortín, A., Marca, C., Espada, M. y Figueras, L. (2013). Uso de los rayos X en el diagnóstico de las patologías de vías respiratorias altas en el ganado ovino. *AIDA, XV Jornadas sobre Producción Animal*, 2, 813-815.

Sánchez, M.C. (2003). *Enfermedades parasitarias del ganado ovino y caprino*. Ediciones Gea. Barcelona (España).

Sargysan, A.E., Blaiva, M., Lumb, P. y Karaktisos, D. (2015). Fundamentals: essential technology, concepts and capability. In: Lumb, P., Karakitsos, D. (Eds.), *Critical Care Ultrasound*. Editorial Saunders. 2–23. Filadelfia (Estados Unidos).

Saura, F., Navarro, T., Rivera, J., Ramón, S., De las Heras, M. y Lacasta, D. (2015). ¿Es el pulmón un órgano mentiroso? Estudio clínico sobre la concordancia entre auscultación y lesión. *XL Congreso Nacional y XVI Internacional de Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*

(SEOC). *Libro de actas*, 529-534. Castellón (España).

Saura, F. (2017). *Estudio clínico, anatomopatológico y microbiológico de las lesiones pulmonares en ganado ovino adulto*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España).

Scott, P. R. y Gessart, M. E. (1998). Ultrasonographic examination of the ovine thorax. *The Veterinary Journal*, 155, 305–310.

Scott, P. R. (2008). The role of ultrasonography as an adjunct to clinical examination in sheep practice. *Irish Veterinary Journal*, 61, 475–482.

Scott, P. R. (2009). Thoracic ultrasonography as an adjunct to clinical examination on farm. *In Practice*, 31, 446–453.

Scott, P., Collie, D., McGorum, B. y Sargison, N. (2010). Relationship between thoracic auscultation and lung pathology detected by ultrasonography in sheep. *The Veterinary Journal*, 186, 53-57.

Scott, P.R. (2017). Abdominal ultrasonography as an adjunct to clinical examination in sheep. *Small Ruminant Research*, 152, 132–143.

Scott, P.R. (2018a). Ovine Pulmonary Adenocarcinoma (OPA)-Recent developments in early pre-clinical detection using ultrasound examination. *NADIS Animal Health Skills*, 1-6.

Scott, P.R. (2018b). Overview of Aspiration Pneumonia (Foreign-body pneumonia, Inhalation pneumonia, Gangrenous pneumonia). Respiratory system-*MSD Veterinary Manual*, 1-4.

Scott, P.R. (2018c). Overview of Respiratory Diseases of Sheep and Goats. Respiratory system-*MSD Veterinary Manual*, 1-3.

Valero, M. (2018). *Estudio comparativo de dos métodos de toma de muestras de líquido broncoalveolar para el diagnóstico de patologías respiratorias en ovino*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España).

Washburn, K. (2018). Caseous Lymphadenitis of Sheep and Goats. Circulatory System- *MSD Veterinary Manual*, 1-7.